

TKL303S アプリケーションノート
Ver.3.0

株式会社タキオン

WEB: www.takion.jp MAIL: info@takion.jp

本仕様は予告なしに変更することがあります。

1. 概要

TKL303S は LED 電球や LED 直管照明に適した、出力 10W までの LED 駆動用 IC です。AC 電灯線による直接動作が可能で、高力率と高効率を実現し、スイッチングリップルによるフリッカを起こすことはありません。簡素な回路構成で高信頼性を実現し、C タイプは定電力駆動、D タイプはトライアック調光に対応します。高耐圧 MOSFET 制御ブロックを内蔵し、外部からの設定電圧により出力パワーを調整することができます。

分類	入力電圧	制御機能	パッケージ
TKL303SCC	AC100V (80~110V) AC200V	定電力駆動 設定電圧入力による調光対応 外部設定可能 OVP (LED OFF 兼用)	SOP 8pin
TKL303SCD	(180~220V)	トライアック調光対応 (LED OFF 端子付き)	SOP 8pin

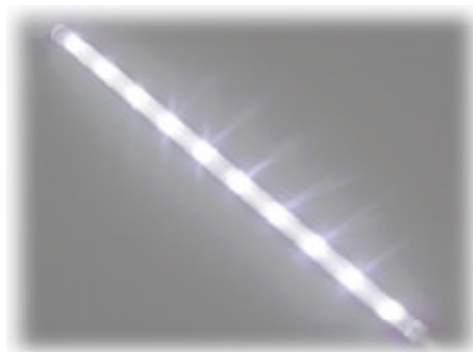
2. 特長

- ・電灯線接続による直接駆動可能
- ・最小回路ではキャパシタレスで構成可能
- ・高力率 (0.9 以上)
- ・高効率 (0.85 以上)
- ・駆動回路は LED と同じ PCB 上に構成可能
- ・THD と EMI を抑制する専用回路ブロック
- ・特許出願中の高耐圧 MOSFET 制御ブロック
- ・アナログ調光可能
- ・温度補正機能
- ・AC 入力許容電圧補正
- ・OVP (過電圧保護) 回路
- ・ソフトスタート機能



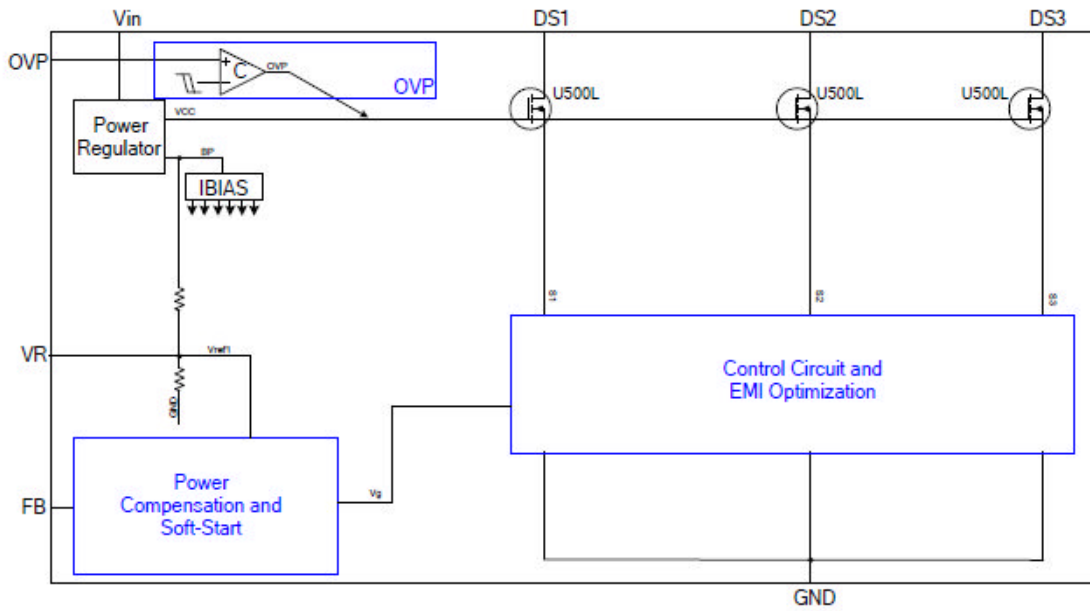
用途

- ・LED 電球、LED 直管照明
- ・その他、屋内向け LED 照明器具

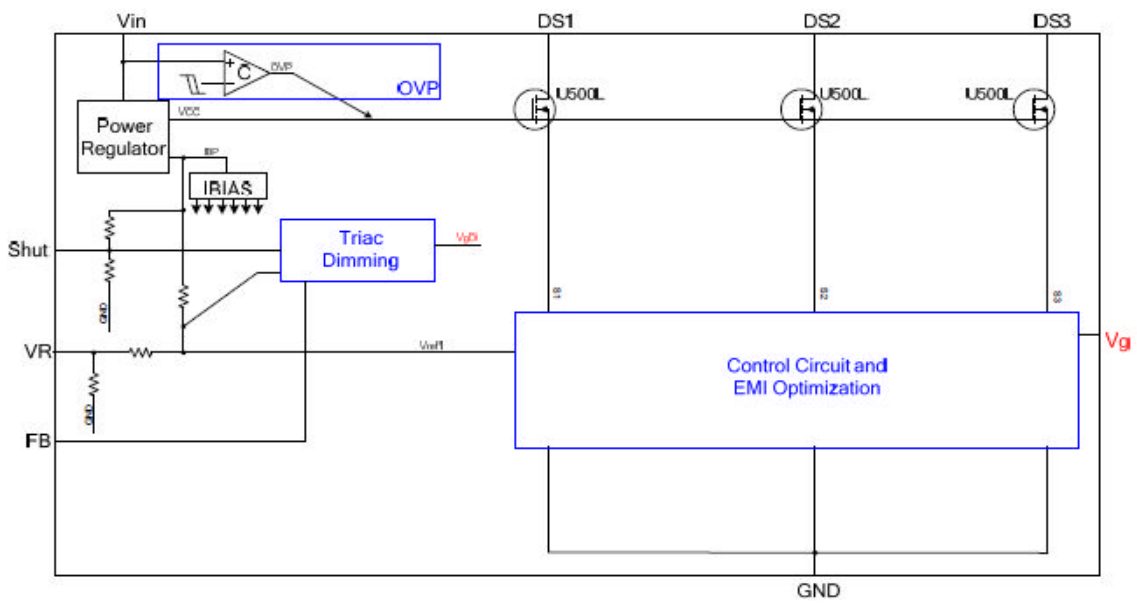


3.内部ブロック

TKL303SCC



TKL303SCD



4.ピン属性

TKL303SCC (赤字で示したピン配置は、CとDタイプにより相違がある。)

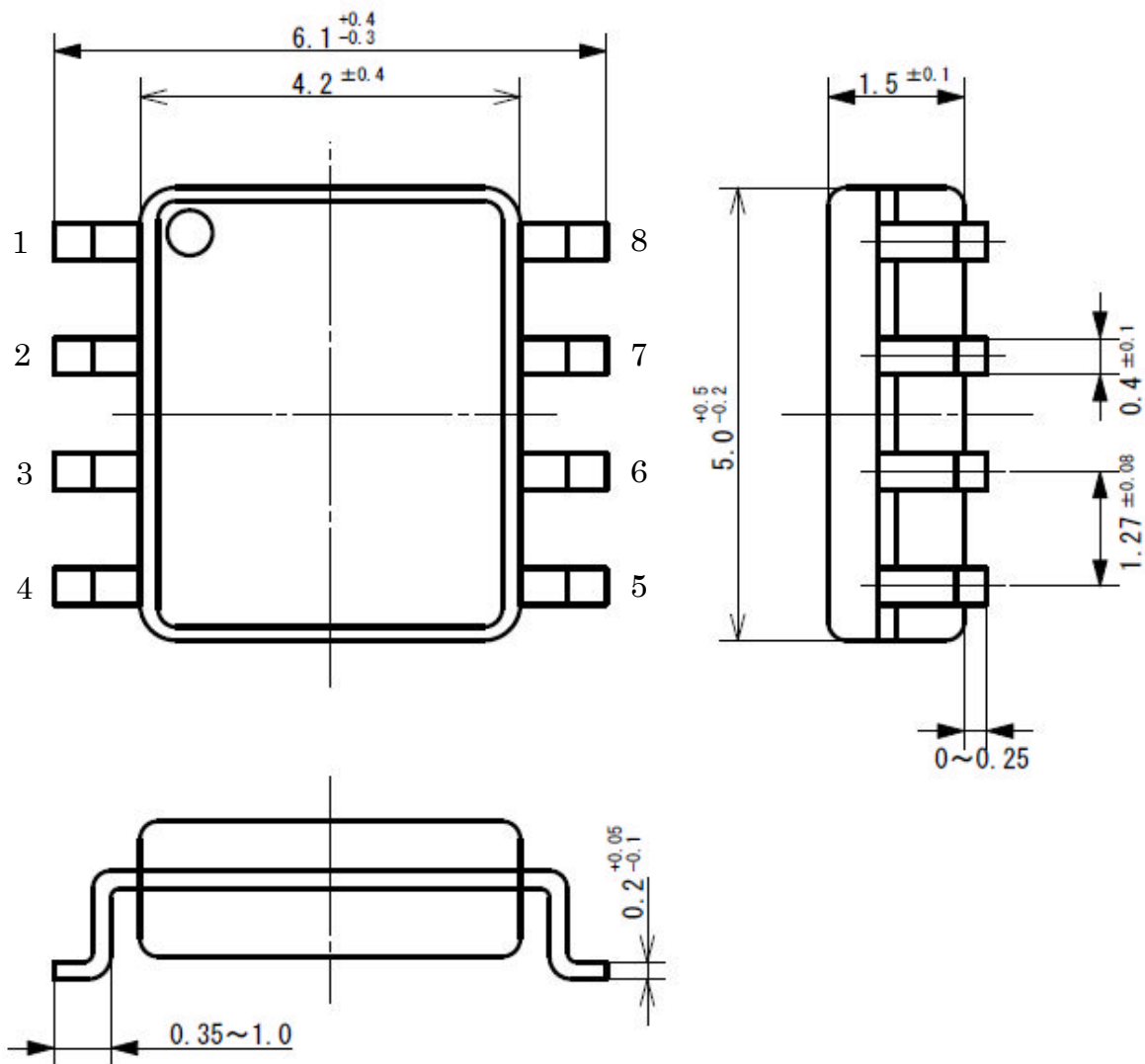
Pin #	Symbol	Function
1	DS3	LED ストリング 3 の電流をシンクする、内蔵 500V スイッチング MOSFET のドレイン端子
2	DS2	LED ストリング 2 の電流をシンクする、内蔵 500V スイッチング MOSFET のドレイン端子
3	DS1	LED ストリング 1 の電流をシンクする、内蔵 500V スイッチング MOSFET のドレイン端子
4	Vin	IC 動作、および内蔵 700V ディプレッション型 MOSFET のドレイン側へ AC ラインから電流供給するための入力端子
5	OVP	OVP 設定端子。V_OVP を超えると IC は ON のまま、全 LED ストリングの電流を遮断する。
6	VR	出力調整入力端子。接続する抵抗により出力を調整し、同時に内部抵抗と共に温度補正に使われる。
7	FB	AC 電圧検知入力端子。出力補正とソフトスタートに使用する。
8	GND	電流パスグランド

TKL303SCD (赤字で示したピン配置は、CとDタイプにより相違がある。)

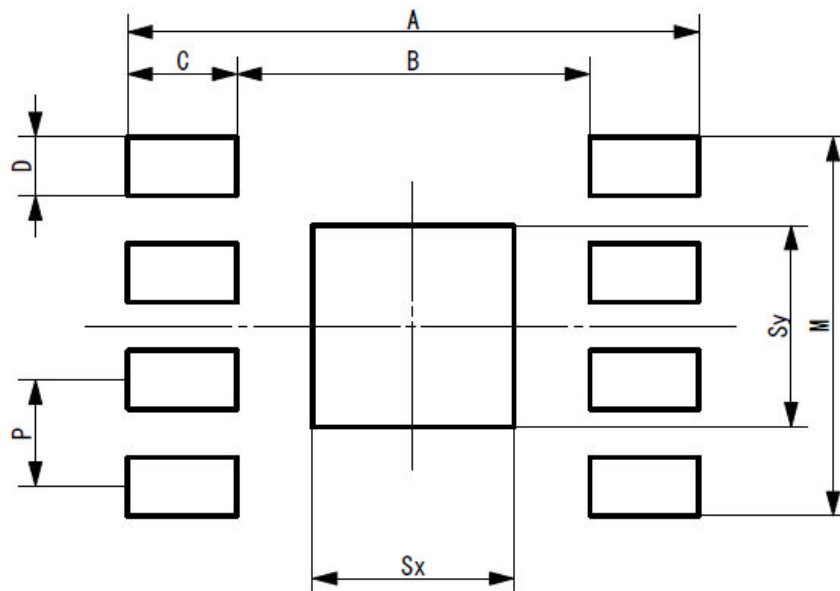
Pin #	Symbol	Function
1	DS3	LED ストリング 3 の電流をシンクする、内蔵 500V スイッチング MOSFET のドレイン端子
2	DS2	LED ストリング 2 の電流をシンクする、内蔵 500V スイッチング MOSFET のドレイン端子
3	DS1	LED ストリング 1 の電流をシンクする、内蔵 500V スイッチング MOSFET のドレイン端子
4	Vin	IC 動作、および内蔵 700V ディプレッション型 MOSFET のドレイン側へ AC ラインから電流供給するための入力端子
5	VR	出力調整入力端子。接続する抵抗により出力を調整し、同時に内部抵抗と共に温度補正に使われる。
6	FB	AC 電圧検知入力端子。トライアック調光のための電圧検知とソフトスタートに使用する。
7	Shut	全 LED OFF 端子。V_Shut を超えると IC は ON のまま、全 LED ストリングの電流を遮断する。
8	GND	電流パスグランド

5. パッケージ

外寸[mm]



推奨ランド寸法



Package	Number of Pin	Footprint Dimension (mm)								Tolerance
		P	A	B	C	D	Sx	Sy	M	
SOP-8 (EP)	8	1.27	6.80	4.2	1.30	0.70	2.30	2.30	4.51	±0.10
							2.40	3.40		

6. 電氣的仕様

6.1. 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Vin 最大電圧	Vin	700	V
DS1~DS3 最大電圧	VDS1~VDS3	500	V
FB 最大電圧	FB	7.5	V
VR 最大電圧	VR	7.5	V
OVP 最大電圧	V_OVP	7.5	V
Shut 最大電圧	V_Shut	7.5	V
動作温度	Top	-25~+125	°C

6.2. 定格

TKL303SCC (Tj=100°C, FB=2.4V)

Parameter	Symbol	Values			Unit
		MIN	TYP	MAX	
供給電流	I_in	1.342	1.624	1.938	mA
内部 6.2V ツェナーBD 電圧	V_BP	6.401	6.419	6.422	V
内部 7.8V ツェナーBD 電圧	V_VCC	7.908	8.107	8.124	V
LED ストリング 1 飽和電流	I_Sat_1	56.92	81.17	103.6	mA
LED ストリング 2 飽和電流	I_Sat_2	56.92	81.17	103.6	mA
LED ストリング 3 飽和電流	I_Sat_3	56.92	81.17	103.6	mA
過電圧検知閾値	V_OVP	3.9	4.0	4.1	V
復帰電圧閾値	V_Rec	1.2	1.3	1.4	V
OVP 動作伝搬遅延	T_OVP	-	-	0.2	us

電力消費特性(Tj=100°C, Typical, FB を RC 回路に接続)

Vin[VAC]	FB[V]	I_sat[mA]	LED 出力[W]	補正值[%]
100	2.2	90.0	6.11	-4.06
110	2.4	81.1	6.37	0
120	2.6	73.5	6.21	-2.47

温度補正特性(Typical, FB=2.4V)		
Tj[°C]	I_sat[mA]	補正值[%]
25°C	87.4	7.8
100°C	81.1	0
125°C	77.6	-4.3

EMI 特性(Tj=100°C, Typical, FB=2.4V)		
項目	値[mA]	補正值[%]
最大スパイク (上り)	83.5	3
最大スパイク (下り)	75.8	-6.5
最大電流チャージ率	-0.0365mA/us	-

電力効率特性(Tj=100°C, Typical, FB=2.4V)			
Cin(uF)	Pin[W]	Pout[W]	η [%]
0	6.61	5.88	90.0
1	6.77	5.99	88.5
2	7.27	6.15	88.5
3	7.27	6.44	88.6

TKL303SCD (Tj=100°C、デューティ 100%)

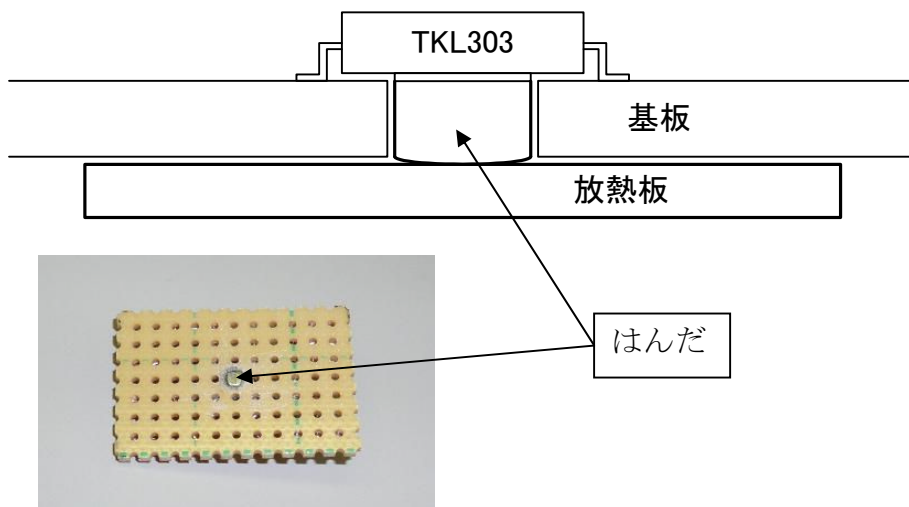
Parameter	Symbol	Values			Unit
		MIN	TYP	MAX	
供給電流	I_in	1.342	1.624	1.938	mA
内部 6.2V ツェナーBD 電圧	V_BP	6.401	6.419	6.422	V
内部 7.8V ツェナーBD 電圧	V_VCC	7.908	8.107	8.124	V
LED ストリング 1 飽和電流	I_Sat_1	73.91	78.59	78.98	mA
LED ストリング 2 飽和電流	I_Sat_2	73.91	78.59	78.98	mA
LED ストリング 3 飽和電流	I_Sat_3	73.91	78.59	78.98	mA
過電圧検知閾値 (内部接続)	V_OVP	214	215	217	V
復帰電圧閾値 (内部接続)	V_Rec	66	70	72	V
全 OFF 閾値	V_Shut	2.8	3.0	3.2	V
OVP 動作伝搬遅延	T_OVP	-	-	0.2	us

トライアック調光特性($T_j=100^\circ\text{C}$, Typical, FB を RC 回路に接続)		
デューティ[%]	FB[V]	I_{sat} [mA]
100	4.64	79.2
90	4.51	71.7
80	4.15	51.8
70	3.62	3.62
60	2.97	117uA

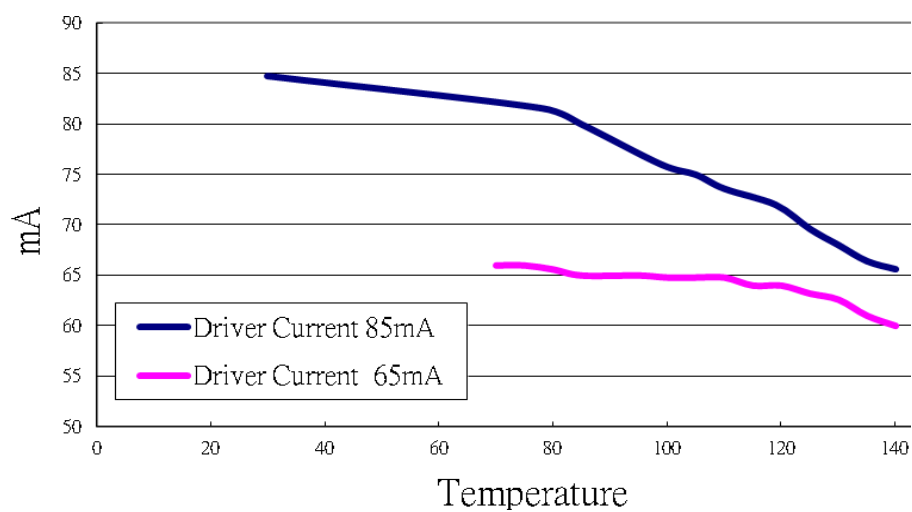
EMI 特性($T_j=100^\circ\text{C}$, Typical, DC=100%)		
項目	値[mA]	補正值[%]
最大スパイク (上り)	81.0	2.6
最大スパイク (下り)	73.0	-7.4
最大電流チャージ率	-0.0214mA/us	-

7. 放熱

駆動電流制限は IC 内で行うため電力損失は熱になります。IC 裏面にあるバックメタルからの放熱が不可欠です。バックメタルはハンダ付け可能で他ピンに対しほぼ電氣的にフローティングであり、GND ピンとの DC 抵抗が $30\text{M}\Omega$ 程度です。GND と接続しても動作に大きな影響はありません。下図のように IC を基板にハンダ付けする前に、基板に $\phi 3\text{mm}$ 程度の穴を開け IC を固定した後、逆の面から穴に融けたハンダを流し込んで付けます。放熱グリスを使うよりも、ハンダを介して放熱板で熱を吸い取る方が望ましいです。IC ピンにハンダが付かないように注意して下さい。基板のパターン面に IC を付け、穴を空けて裏からハンダを付けた例を示します。



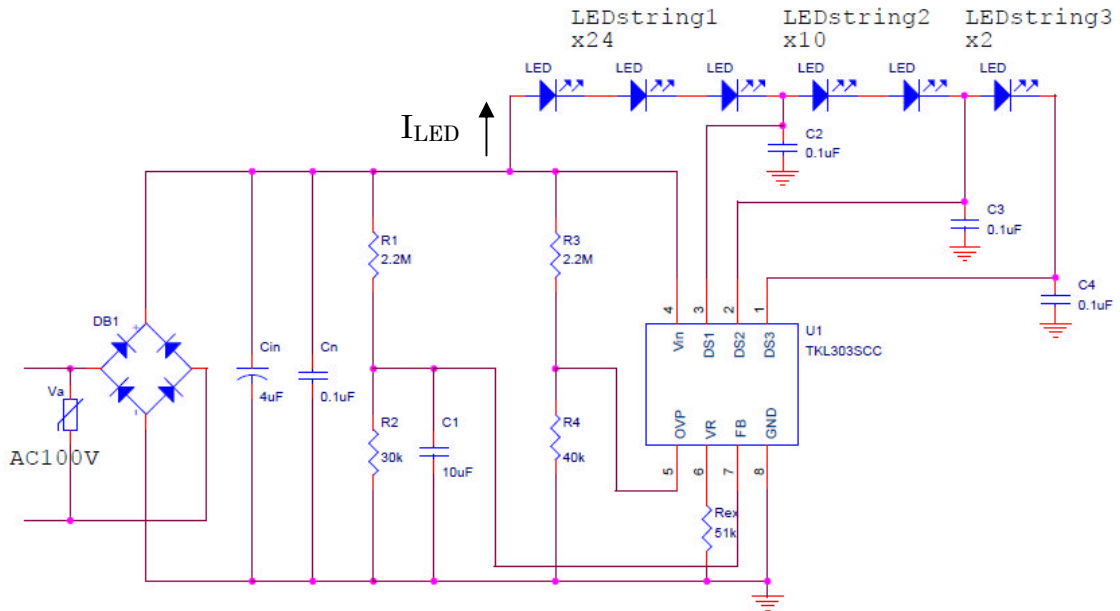
熱暴走を防ぐため、動作温度が高くなる程駆動電流を下げる温度補償回路を内蔵しています。温度上昇による駆動電流の変化を下図に示します。



8. 応用回路

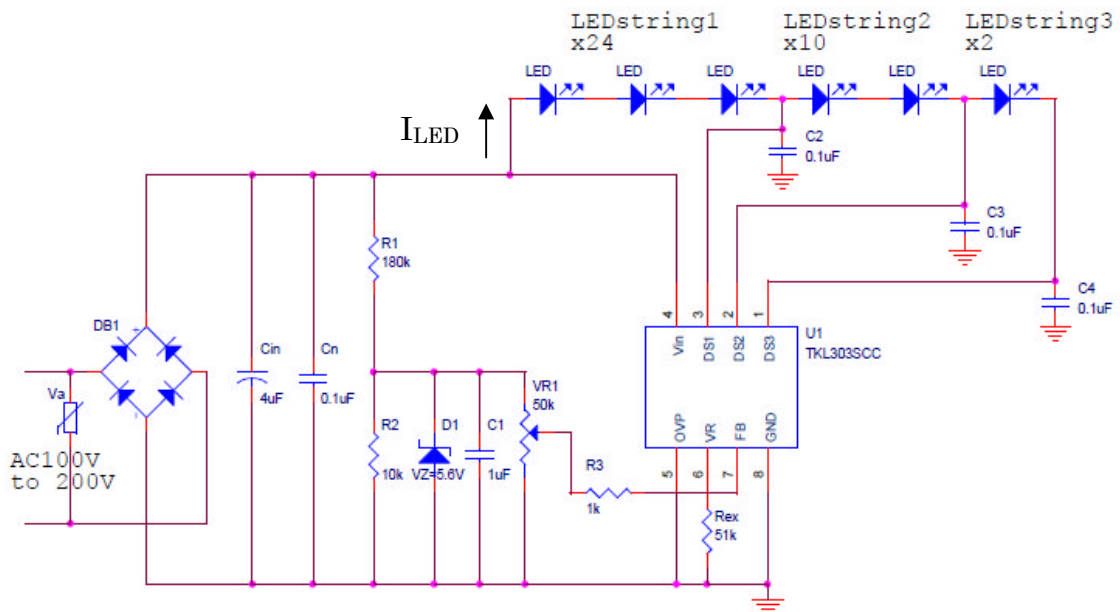
TKL303SCC : 100V OVP (過電圧保護) 付き非調光定電力駆動回路

R1 と R2 を介して電圧を監視して定電力駆動します。OVP 動作設定電圧は 224V です。



TKL303SCC : 100V~200V アナログ調光付き回路

FB 電圧が 1.8V 前後になるように VR1 を調整すると最大出力になり、4V 程度までの範囲で電圧を高くする程 LED 電流 I_{LED} が小さくなります。入力電圧として 100V から 200V まで使えますが、使用部品の耐圧に注意して下さい。OVP は使用しないため GND に落とします。



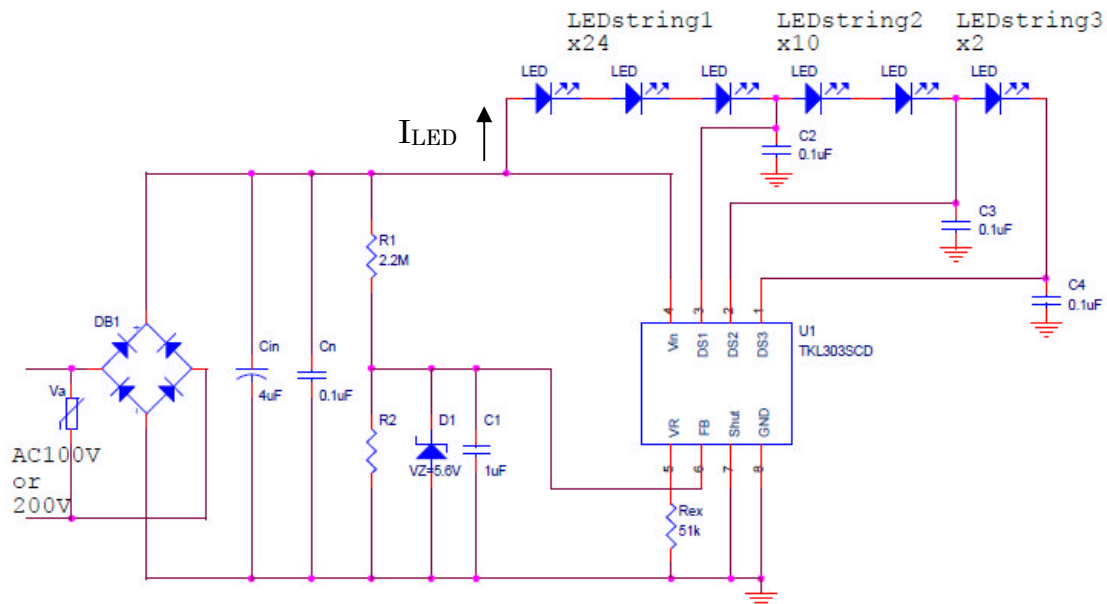
TKL303SCC の OVP 動作設定電圧は下記で計算できます。

$$\text{OVP 動作設定電圧} = V_{\text{OVP}} \times (R3 + R4) / R4$$

$V_{\text{OVP}} = 4\text{V(Typical)}$ であり、回路例では $R3 = 2.2\text{M}\Omega$ 、 $R4 = 40\text{k}\Omega$ なので
 $4 \times (2.2\text{M} + 40\text{k}) / 40\text{k} = 224\text{V}$ が入った時に OVP が動作して停止します。

TKL303SCD : 100V/200V トライアック調光対応回路

$R2$ の標準値は、100V では $100\text{k}\Omega$ 、200V では $55\text{k}\Omega$ です。トライアック調光器の特性の違いによりうまく調光できない場合は、 $R2$ を少しずつ変えて、カットアンドトライで良い値を見つけて下さい。通常、Shut を GND に接続して LED を ON にしますが、OFF させる時は 3~5V 程度を加えます。



TKL303SCC、TKL303SCD 共通事項

I_{LED} は、IC 放熱が十分であれば Typical で最大 80mA 程度です。

効率重視か力率重視かを選択し、それぞれに適した LED の直列総数にする必要があります。

V_p を入力電圧の最大値、全ての直列 LED の合計 V_f を V_{ft} とすると

AC100~200V 入力の場合

- ① 効率重視とするには $0.8 \times 100 \times 1.41 = 112.8\text{V} = V_{ft}$ となるようにします。故に
1つの LED の $V_f = 3\text{V}$ なら直列総数は $112.8/3 = 37$ 個以上
- ② 力率重視とするには $0.7 \times 100 \times 1.41 = 98.7\text{V} = V_{ft}$ となるようにします。故に
1つの LED の $V_f = 3\text{V}$ なら直列総数は $98.7/3 = 32$ 個程度

AC200V 入力専用の場合

電流は変わらず電圧が倍になるため、Vft と LED の総数を倍にすることができ、LED 出力も倍近くまで上げることができます。

- ① 効率重視の直列総数は $37 \times 2 = 74$ 個以上
- ② 力率重視の直列総数は $32 \times 2 = 64$ 個程度

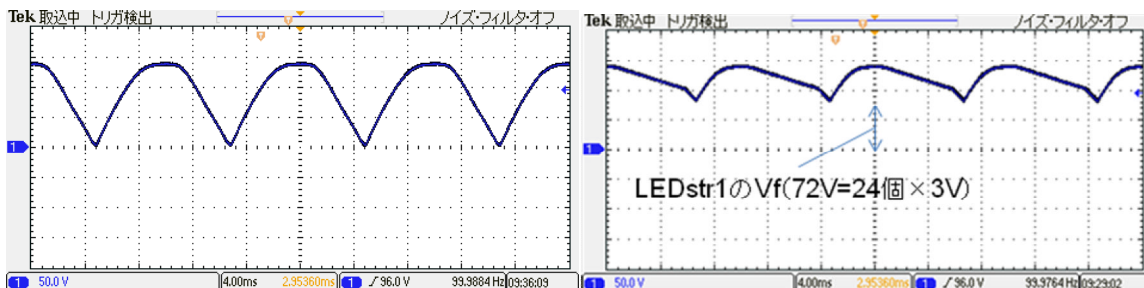
直列総数を LEDstring1 (ストリング 1)、LEDstring2 (ストリング 2)、LEDstring3 (ストリング 3) に振り分けます。下記に示すように Cin の有無により個数比率が変わります。

Cin

数 μF の平滑キャパシタです。容量を増やす程力率は下がりますが、脈流の谷を埋めて不点灯時間が減るのでフリッカ抑制が可能です。Cin なしで力率は 0.99 近くになりますが、フリッカが顕著に出ます。値が大きい程ストリング 1 の点灯時間が増えるため、ストリング 1 の直列数を多くして他ストリングの数を減らした方が光出力の点で有利です。例として

- ① Cin あり：24 直列 (ストリング 1)、10 直列 (ストリング 2)、2 直列 (ストリング 3)
- ② Cin なし：18 直列 (ストリング 1)、12 直列 (ストリング 2)、6 直列 (ストリング 3)

実測では、 $V_p=141\text{V}$ の場合 $3.3\mu\text{F}$ で 65V まで谷を埋めることができるため、これを基準に Cin を算出します。ストリング 1 の合計 $V_f=72\text{V}(24\text{個} \times 3\text{V})$ である場合、 $3.3\mu\text{F} \times 72\text{V} / 65\text{V} = 3.7\mu\text{F}$ 以上あれば V_f を超える電圧となり不点灯期間がなくなります。



Cin, Cn なしの整流後電圧

Cin=4 μF 付加時の整流後電圧

Va, Cn

ノイズやサージが IC や LED にダメージや誤動作を与える可能性がある場合に追加します。通常は無くても動作します。Va はバリスタ 471、Cn は $0.1\mu\text{F}$ 程度のフィルムコンデンサ。

C2, C3, C4

ON/OFF 時に生じるラッシュカレントが IC や LED にダメージを与える可能性がある場合に追加します。通常は無くても動作します。

Rex

IC 内部のリファレンス電圧 V_{ref} は、VR ピンに接続する抵抗 R_{ex} により下記で決まります。

$$V_{\text{ref}} = 5.8 \times (30\text{k} + (12\text{k} // R_{\text{ex}})) / (75\text{k} + (12\text{k} // R_{\text{ex}}))$$

$R_{ex}=15k\Omega$ ならば $V_{ref}=2.6V$ 、 $R_{ex}=51k\Omega$ ならば $V_{ref}=2.72V$

I_{LED} を規定する IC 内部ノード電圧 V_g は、 V_{ref} と FB ピンに加える電圧 V_{FB} によって以下で決まります。

$$V_g = V_{ref} + 1.2 \times (V_{ref} - V_{FB}) \quad (\text{TKL303SCC})$$

$$V_g = V_{ref} + 1.2 \times (V_{FB} - V_{ref}) \quad (\text{TKL303SCD})$$

($V_{FB}=2\sim 4V$ 、C と D では逆動作)

$R_{ex}=15k\Omega$ 時

$$V_{FB}=2V : V_g=3.33V(\text{TKL303SCC}), 1.88V(\text{TKL303SCD})$$

$$V_{FB}=4V : V_g=0.93V(\text{TKL303SCC}), 4.28V(\text{TKL303SCD})$$

$R_{ex}=51k\Omega$ 時

$$V_{FB}=2V : V_g=3.58V(\text{TKL303SCC}), 1.86V(\text{TKL303SCD})$$

$$V_{FB}=4V : V_g=1.18V(\text{TKL303SCC}), 4.26V(\text{TKL303SCD})$$

I_{LED} は V_g に比例するので、 R_{ex} を変えれば V_g が変わるので調光することができます。ただし R_{ex} による V_g 変化は小さいため、 R_{ex} を $51k\Omega$ などの固定値にして V_{FB} を変えることにより調光させる方が良く、上記回路例ではその方法を採用しています。

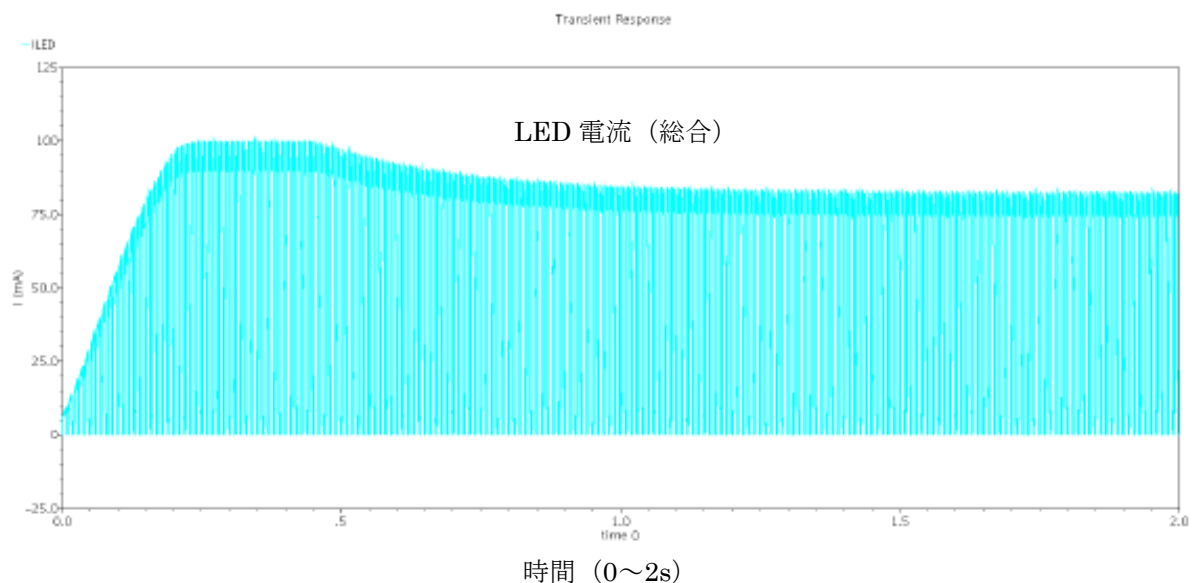
その他

1. チョップアンプ、フライバックなどのスイッチングレギュレータ方式ではないので、EMI フィルターは不要です。
2. 原理的に各ストリングの ON/OFF 時にスパイクが発生しますが、内蔵 MOSFET をソフトスイッチングしているため対策は不要です。

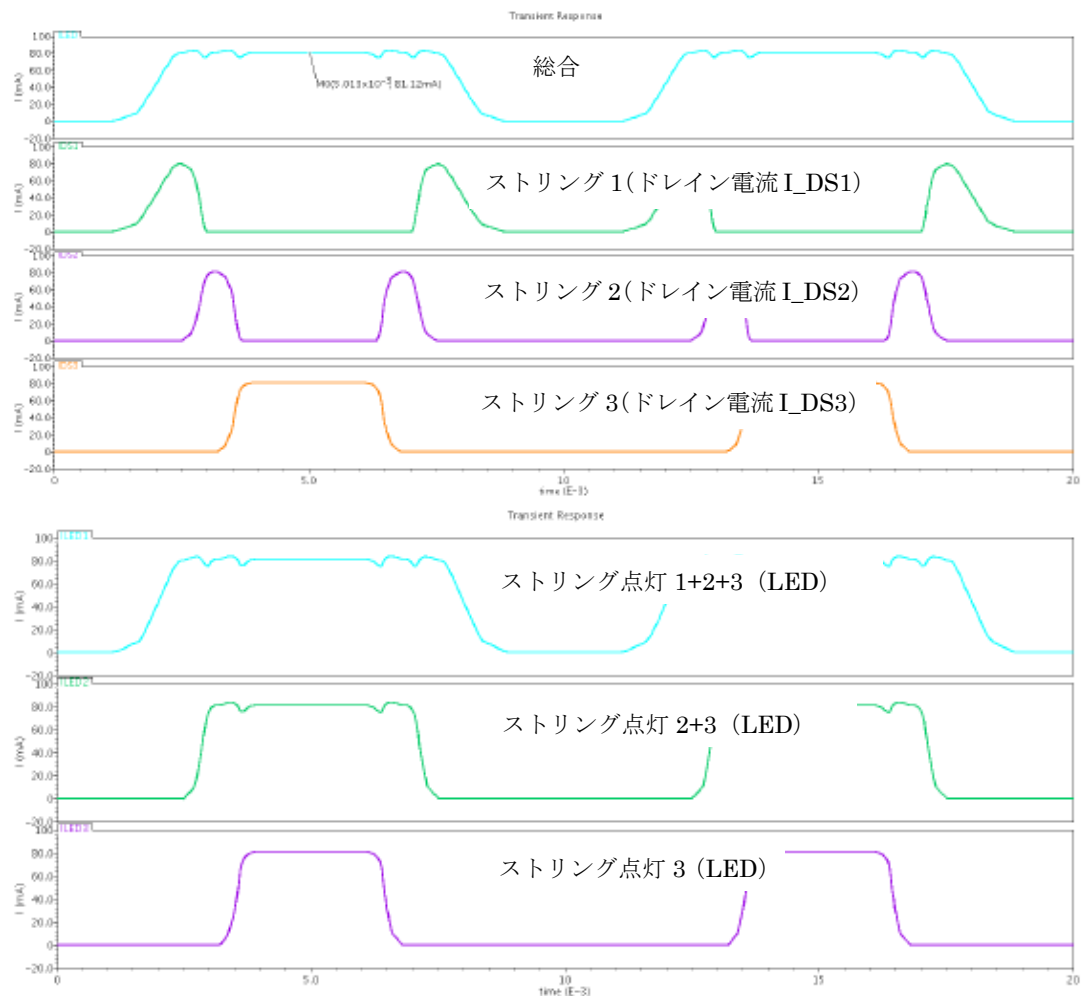
9. 観測波形

TKL303SCC

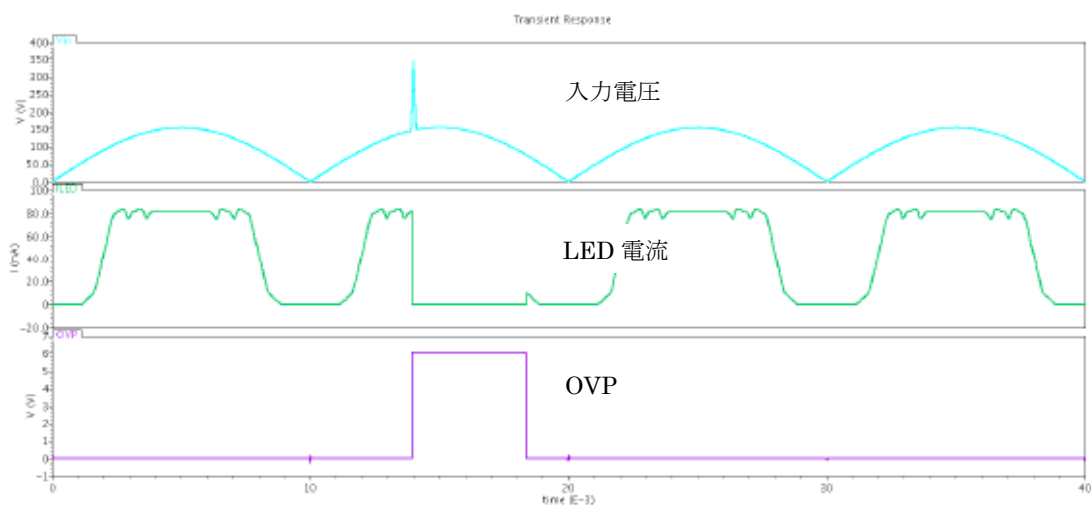
スタートアップ時トランジェント波形($T_j=100^\circ\text{C}$, Typical, Time=0~2s)



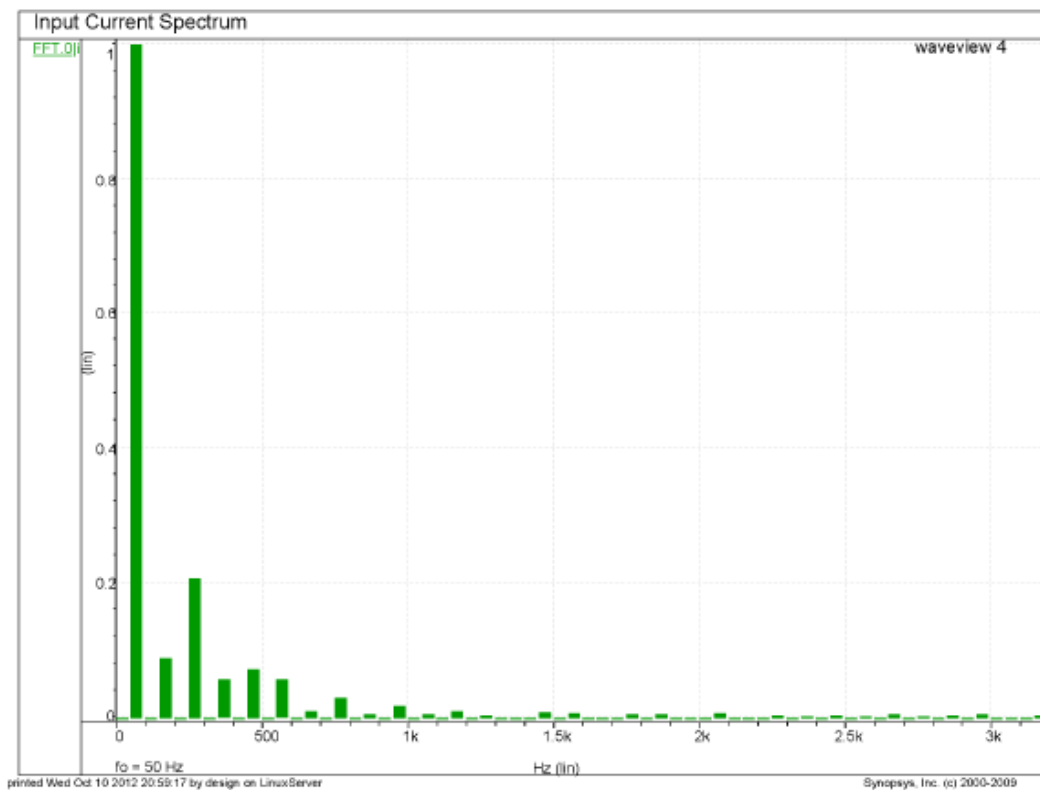
各 LED ストリング電流波形 (Tj=100°C, Typical, FB=2.4V)



OVP 波形 (Tj=100°C, Typical, FB=2.4V、200V,14ms パルスを AC 側より入力)

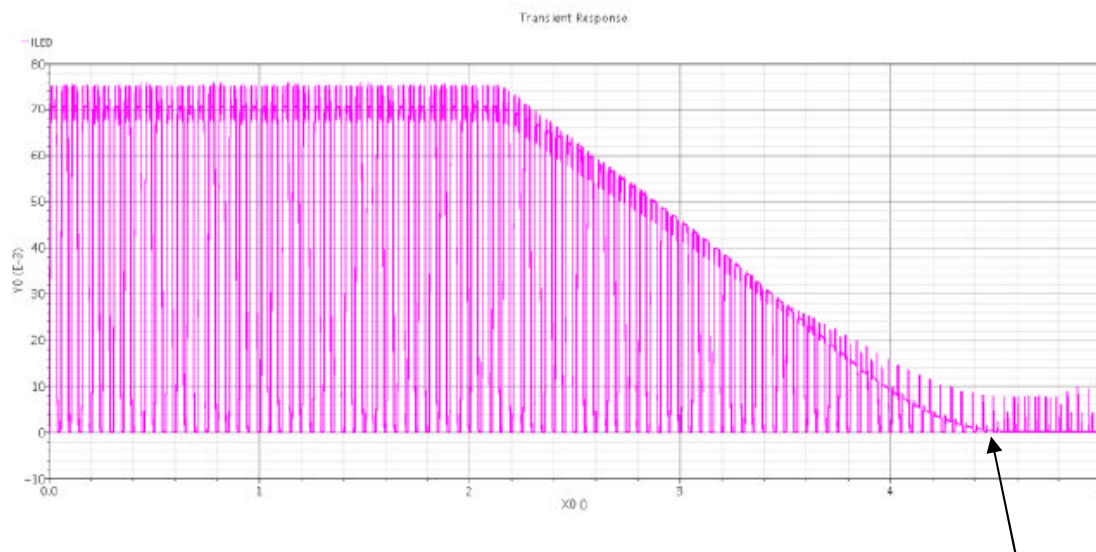


入力電流スペクトル (Tj=100°C, Typical, FB=2.4V)



FB 電圧による調光波形 (Tj=100°C, Typical, FB=0~5V スイープ)

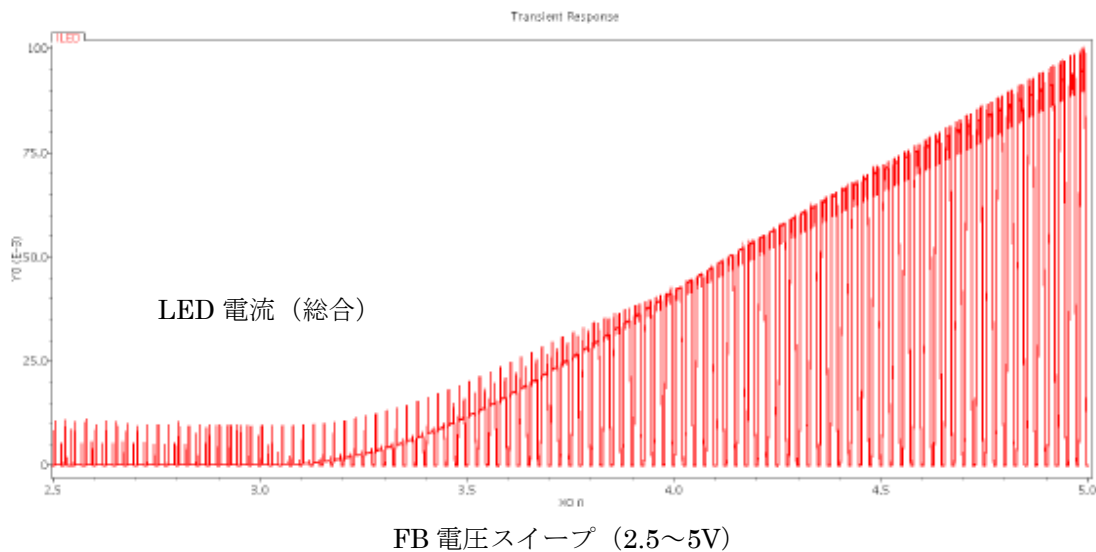
LED 電流
(総合)



FB 電圧スイープ (“110V/220V アナログ調光入力付き構成“において、
V_OVP= 4V 以上で OVP が働き、非線形調光領域で LED を OFF とする)

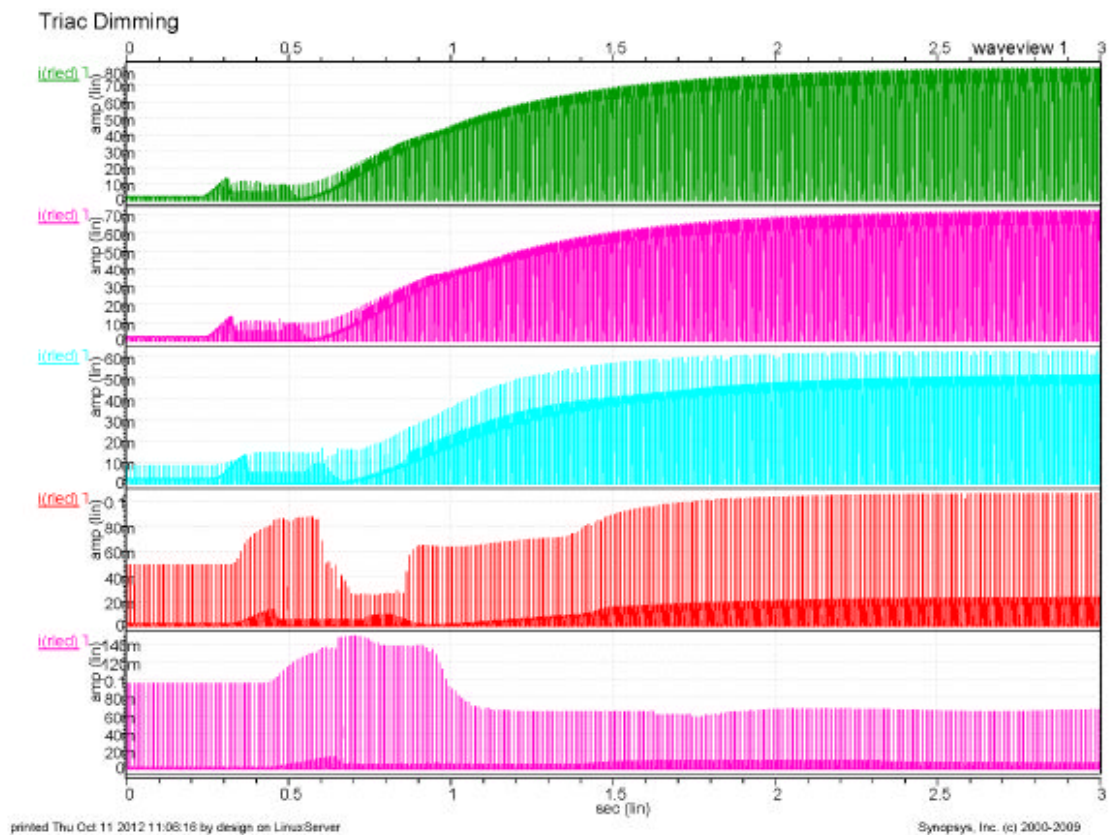
TKL303SCD

FB による調光波形 (Tj=100°C, Typical, FB=2.5~5V スイープ)

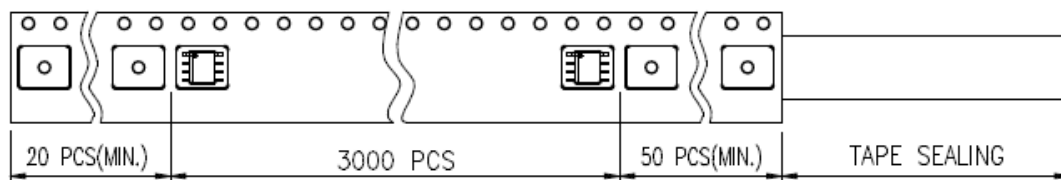


トライアック調光波形

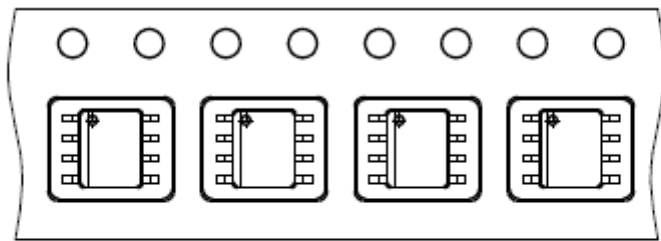
(Tj=100°C, Typical, FB を RC 回路に接続)



10. テープ、リール形状

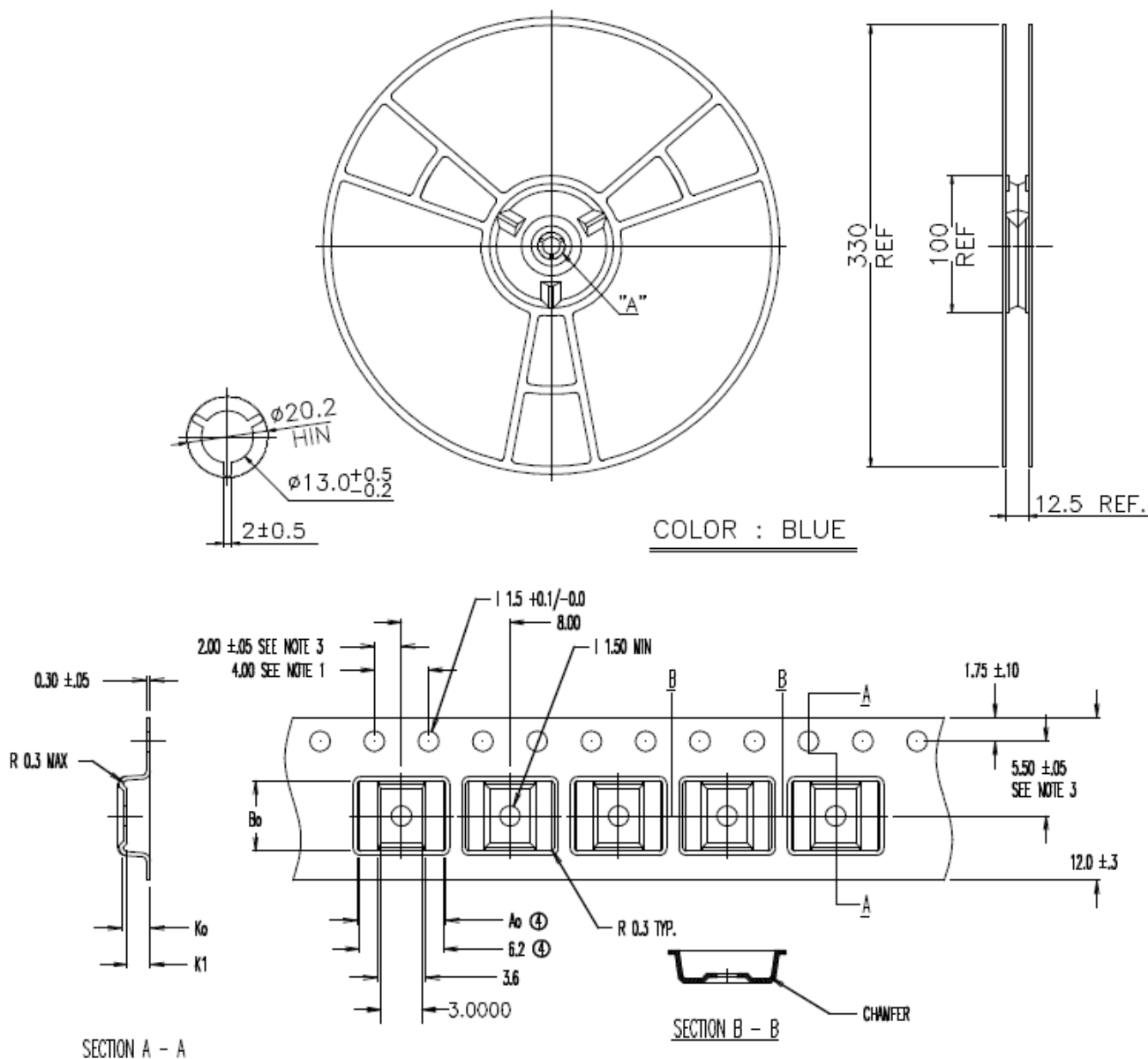


USER DIRECTION OF FEED →



SOP 8N(150mil)

3000 EA/PER REEL 1 REEL/BOX



1. スプロケット 10 穴ピッチの許容誤差は ± 0.2 mm
2. キャンバー（湾曲率）は 100mm 当たり 1mm を超えない。
3. 材質は静電気対策済の改良ポリスチレン
4. A_0 と B_0 はポケットの下部より 0.3mm 上面までの寸法
5. K_0 はポケットの内側下面からキャリア上面までの寸法
6. スプロケット穴に対するポケットの相対位置は、ポケット穴でなくポケットの実位置

改版履歴

版数	内容	発行日
1.0	新規	2013.4
2.0	2品種化	2013.9
2.1	ピン属性変更	2013.9
2.2	説明文変更	2013.10
2.3	説明文追加変更	2013.11
2.4	説明文追加変更	2013.11
3.0	説明文変更	2014.4

ご注意

- ◆ 本書に記載されている内容は、改良などにより予告なく変更する事がありますのでご了承ください。ご使用の際には、最新の情報であることをご確認ください。
- ◆ 本書に記載されている動作例及び回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する当社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について当社はいっさい責任を負いません。
- ◆ 本書に記載されている動作例及び回路例は、設計の補助的なものであり、使用条件や部品バラツキを考慮したものではありません。十分にこれらを、考慮した設計を御願います。
- ◆ 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠落、故障の発生は避けられません。部品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を発生させないよう、使用者の責任において、装置やシステム上で十分な安全設計及び確認を行ってください。
- ◆ 本書に記載された製品は、高い品質と信頼性が要求される装置（輸送機器とその制御装置、防災装置、各種安全装置、航空宇宙機器、原子力制御、生命維持のための医療機器など）には使用しないでください。
- ◆ 本書に記載された内容を文書による当社の承諾なしに転記複製を禁じます。